เอกสารเผยแพร่

เรื่อง

การใช้พืชตระกูลถั่วในการปรับปรุงดินในดินกรด

โดย

นางอุษา ศรีใส
นักวิชาการเกษตร 6 ว
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 12

พ.ศ. 2548

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
- บทนำ	1
- ข้อจำกัดของดินกรดต่อการเจริญเติบโตของพืช	1
- การเจริญเติบโตของถั่วในดินกรด	2
- การตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วในดินกรด	3
- ผลการใส่ปูนในดินกรดต่อการเจริญเติบโตของถั่ว	4
- ผลการใช้ปูนกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการตรึงไนโตรเจน	6
- การใช้ปุ๋ยพืชสดในการบำรุงดิน	7
- ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน	8
- เอกสารอ้างอิง	10

การใช้พืชตระกูลถั่วในการปรับปรุงดินในดินกรด

บทนำ

สภาพพื้นดินในภาคใต้มีปัญหาความเป็นกรด ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการมีฝนตกชุก ทำให้เกิดการชะล้างแคทไอออนที่เป็นด่างออกจากดิน การใช้ปูนเป็นวิธีการที่นิยมทั่วไปเพื่อยกระดับ pH ดิน เป็นการแก้ข้อจำกัดของดินที่เป็นกรดต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช การใช้ปูนสามารถลดความเป็นพิษของธาตุอะลูมินัมและแมงกานีส และทำให้พืชสามารถใช้ประโยชน์ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม และโมลิบดินัมได้สูงขึ้น เพราะธาตุเหล่านั้นจะอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้นเมื่อดินมี pH ที่ใกล้เป็นกลาง นอกจากนี้การใช้ปูนเพื่อยกระดับ pH ของดิน ยังทำให้จุลินทรีย์ดินมีกิจกรรมย่อยสลายอินทรียวัตถุดำเนินได้เหมาะสม เช่น การเกิดกระบวนการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชที่สำคัญ โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนซึ่งจะถูกปลดปล่อยธาตุอาหารจากรูปอินทรีย์เป็นรูปอนินทรีย์ได้ดี

การใช้พืชตระกูลถั่วในการปรับปรุงดิน สามารถปรับปรุงสมบัติของดินทางกายภาพและเคมีของดินได้ เนื่องจากเศษซากพืชซึ่งเป็นอินทรียวัตถุ เมื่อนำใส่ลงไปในดินจะทำให้มีการเพิ่มอินทรียวัตถุแก่ดิน เกิดความร่วนซุย และมีการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ดังนั้น การใช้พืชตระกูลถั่วเป็นพืชปุ๋ยสดจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยปรับปรุงบำรุงดินกรดได้

1. ข้อจำกัดของดินกรดต่อการเจริญเติบโตของพืช

1.1 การขาดธาตุอาหารของพืช

ระดับธาตุอาหารพืชที่เป็นประโยชน์ในดินจะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความเป็นกรดในดิน ดินที่เป็นกรดธาตุอาหารบางชนิดจะไม่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ หรือบางชนิดจะละลายออกมามากในดินจนถึงระดับที่เป็นพิษต่อพืชได้ ในดินกรดระดับไนโตรเจนและกำมะถันไม่ได้ถูกกระทบโดยตรง แต่จะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน โดยเฉพาะพวกแบคทีเรียจะเจริญเติบโตได้ดีเมื่อมี pH เป็นกลาง – กรดอ่อน กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินจะควบคุมความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนและกำมะถันที่พืชใช้ประโยชน์ได้ในดิน เมื่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดีจะมีผลทำให้กระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจนและกำมะถันที่เป็นประโยชน์ในดินดีขึ้น (เมธีและสุรชัย, 2528) ส่วนฟอสฟอรัสจะถูกตรึงด้วยออกไซด์หรือไฮดรอกไซด์ของเหล็ก แมง-

กานีส และอะลูมินัม ทำให้ไม่ละลายน้ำในดินกรด นอกจากนี้การใช้ประโยชน์สารอินทรีย์ฟอสฟอรัสในดินกรดของพวกจุลินทรีย์จะลดลง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) สำหรับระดับของแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม ในดินกรดมีปริมาณค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากดินที่เป็นกรดไฮโดรเจนไอออนจะเข้าไปไล่ที่ธาตุอาหารที่อยู่ในรูปแคทไอออนที่ถูกดูดซับอยู่ที่ผิวอนุภาคดิน ทำให้ถูกชะล้างออกไปจากดินได้ง่าย สุมาลี (2536) รายงานว่าเมื่อปลูกถั่วในสารละลายที่มี pH 3.5 ถั่วชนิดต่างๆ จะแสดงอาการขาดแคลเซียม และแมกนีเซียม นั่นคือระดับ pH ที่ลดลงจะทำให้พืชลดการดูดธาตุแคลเซียม และแมกนีเซียม และการใช้ประโยชน์ของฟอสฟอรัสลดลง และในใบถั่วชนิดต่างๆจะมีปริมาณธาตุไนโตรเจนเพิ่มขึ้น เมื่อ pH ของสารละลายที่ใช้ปลูกเพิ่มขึ้น ในดินกรดอนุมูลโมลิบเดท(MoO_4^{2-}) จะถูกดูดซับโดยออกไซด์ของเหล็ก ทำให้พบว่าดินกรดมีการขาดโมลิบดินัมแต่เมื่อดินมี pH สูงขึ้น โมลิบดินัมจะสามารถละลายน้ำได้ดีขึ้น (เมธีและสุรชัย, 2528) ดังนั้นถ้าดินมี pH ต่ำกว่า 5.5 ทำให้ดินขาดแคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และโมลิบดินัม (เกษมศรี, 2541)

1.2 ความเป็นพิษของอะลูมินัม

ธาตุที่พบว่าเป็นพิษต่อพืชในดินกรด โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่ว ได้แก่ อะลูมินัม เหล็ก แมงกานีส ความเป็นกรดในดินจะทำให้อะลูมินัมละลายออกมาอยู่ในสารละลายมากขึ้น ทำให้เป็นพิษต่อพืช ซึ่งมีความเข้มข้นสูงเมื่อดินมี pH ต่ำ (Alva *et al.*, 1986 ; เมธีและสุรชัย, 2528) ธาตุอะลูมินัมนอกจากจะเป็นพิษต่อพืชโดยตรงแล้ว ยังมีผลต่อกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน ทำให้ธาตุไนโตรเจน และกำมะถัน อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ลดลง (Jackson,1967) ความเป็นพิษของอะลูมินัมเกิดกับพืชโดยไปรวมกับ nucleic acid ซึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์โปรตีน ยับยั้งการแบ่งเซลล์ ขัดขวางการเคลื่อนย้ายของฟอสฟอรัสภายในพืช ซึ่งมีผลทำให้พืชแสดงอาการขาดฟอสฟอรัสอย่างเด่นชัด (เมธีและสุรชัย, 2528) Fageria และ Santos (1998) รายงานว่าระดับความเป็นพิษของอะลูมินัมที่มีต่อต้นถั่วทำให้น้ำหนักแห้งของต้นถั่วลดลง เมื่อมีการเพิ่มความเข้มข้นของอะลูมินัม ซึ่งตรงกับรายงานของ Carvalho และคณะ (1982)

2. การเจริญเติบโตของถั่วในดินกรด

พืชตระกูลถั่วต้องการธาตุอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและกระบวนการตรึงไนโตรเจน ในสภาพดินกรดมีการขาดฟอสฟอรัส เพราะอะลูมินัมได้เข้าไปรบกวนกระบวนการ

metabolism ของฟอสเฟตโดยเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับฟอสเฟต (Mengel and Kirkby, 1987) ทำให้ถั่วเจริญเติบโตช้า แคระแกร็น ใบเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้มหรือสีเขียวแกมน้ำเงิน เกิดปมน้อย การขาดฟอสฟอรัสในดินจะทำให้ถั่วตรึงไนโตรเจนได้น้อยลง (Robson *et al.*, 1978) ในสภาพที่ดิน pH น้อยกว่า 3.5 รากของถั่วเขียว ถั่วพุ่ม จะถูกทำลายไม่เจริญเติบโต (สุมาลี, 2536) การใส่ปูนลงในดินกรดทำให้ปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้น ในดินกรดมักจะพบสภาพขาดแคลเซียม หากพืชขาดแคลเซียมจะทำให้ปลายรากและปลายยอดชะงักการเจริญเติบโตทำให้ถั่วติดปมน้อยลง (Munns *et al.*, 1977) สำหรับแมงกานีสจะแสดงความเป็นพิษมากขึ้นเมื่อสภาพแวดล้อมของดินเป็นกรดรวมถึงการมีสภาพน้ำขัง โดยเฉพาะในดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินที่ให้แมงกานีสสูง อาจทำให้พืชมีใบอ่อนเหลืองและมีจุดสีน้ำตาลที่ด้านล่างของใบ ใบอ่อนย่นผิดปกติ จำนวนและขนาดปมลดลง (สมศักดิ์, 2541) การขาดธาตุโมลิบดินัมในดินกรดเกิดขึ้น เพราะอนุมูลโมลิบดินัมจะทำปฏิกิริยากับออกไซด์ของเหล็กที่มีอยู่สูงในดินกรด การขาดธาตุโมลิบดินัมจะทำให้พืชลดอัตราการตรึงไนโตรเจนจากอากาศเนื่องจากธาตุโมลิบดินัมเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ตรึงไนโตรเจน (Franco and Munns, 1981) การขาดธาตุโมลิบดินัมอาจทำให้ถั่วเกิดการขาดไนโตรเจนได้เพราะประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนลดลง ส่วนความเป็นพิษของอะลูมินัมในดินกรดจะทำให้ถั่วมีการติดปมและการเจริญเติบโตน้อยลง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของถั่ว เช่นในถั่วลิสง ลักษณะอาการของอะลูมินัมที่เป็นพิษทำให้รากกุด สั้น ไม่มีรากขนอ่อน ปลายรากมีสีน้ำตาล และปลายรากตาย (สุมาลี, 2536) Brauer (1998) รายงานว่า Al^{3+}, H^{+} ในสารละลายดินจะมีปฏิภาคผกผันกับการเจริญของราก white clover นอกจากนี้ อะลูมินัมยังทำให้พืชดึงดูดและเคลื่อนย้ายธาตุอาหารลดลงจนทำให้เกิดการขาดแคลนลงได้ (Tisdale *et al.*,1993) Alam and Adams (1979) ได้สรุปว่าธาตุอาหารที่เกิดการขาดแคลนเมื่อมีอะลูมินัมมากจนถึงระดับเป็นพิษ คือฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งมีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชตระกูลถั่วลดลง จากรายงานของ Baligar และคณะ (1997) กล่าวว่าในดินกรดจะทำให้น้ำหนักยอดแห้ง และน้ำหนักรากแห้งลดลง ระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส ลดลง แต่มีเหล็กและ สังกะสีที่เพิ่มขึ้น

3. การตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วในดินกรด

การตรึงไนโตรเจนร่วมกันระหว่างไรโซเบียมกับพืชตระกูลถั่ว โดยทั่วไปเกิดขึ้นได้ระหว่าง pH ที่ระดับ 5-8 ทั้งนี้ขึ้นกับสายพันธุ์ของไรโซเบียมและพันธุ์ของพืชตระกูลถั่วนั้นๆ นอกจากนี้

ความเป็นกรดของดินและน้ำยังแสดงอิทธิพลต่อการตรึงไนโตรเจนในแง่ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารบางชนิดให้ลดลงทั้งธาตุอาหารของไรโซเบียมและถั่ว (สมศักดิ์, 2541) การตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วจะมีความสามารถสูงในเชื้อไรโซเบียมที่มีความเฉพาะเจาะจง (สุมาลี, 2536) ปัจจัยที่สำคัญต่อกิจกรรมของเชื้อไรโซเบียมในการตรึงไนโตรเจน คือสมบัติของดินและสิ่งแวดล้อมเนื่องจากเชื้อไรโซเบียมมีความทนทานต่อสิ่งแวดล้อมไม่เท่ากัน ในดินกรดมีโมลิบดินัมต่ำ จะทำให้มีเอนไซม์ nitrogenase ซึ่งช่วยในการตรึงไนโตรเจนต่ำ (เมธีและสุรชัย, 2528) และมีฟอสฟอรัสซึ่งเป็นองค์ประกอบของสาร ATP ที่เป็นแหล่งพลังงานต่ำ จึงทำให้การตรึงไนโตรเจนต่ำ (สมศักดิ์, 2541) สุมาลีและคณะ (2533) กล่าวว่าถั่วลิสงที่แสดงอาการขาดฟอสฟอรัสในดินกรดยังขาดไนโตรเจนด้วย ลักษณะอาการนี้เกิดขึ้นประมาณ 21 วันหลังงอก ซึ่งตรงกับรายงานของเจริญและคณะ (2540) ซึ่งรายงานว่า ธาตุฟอสฟอรัสมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชตระกูลถั่วและการตรึงไนโตรเจนของถั่ว และมีรายงานว่าระดับ pH ที่เชื้อไรโซเบียมสามารถเจริญเติบโตได้ดีต้องอยู่ในระดับ pH ประมาณเป็นกลางถึงกรดอ่อน ความสามารถในการทนต่อระดับ pH ของเชื้อไรโซเบียมขึ้นอยู่กับชนิดของไรโซเบียม ในระดับ pH เป็นกลางถึงกรดอ่อนการเกิดปมของถั่วจะดีกว่าในสภาพเป็นกรดจัดมาก (สมศักดิ์, 2541) จากรายงานของ Munns และคณะ (1977) กล่าวว่า ถั่วเขียวจะไม่มีปมเมื่อปลูกในดินกรด แต่เมื่อเพิ่ม pH ให้สูงเท่ากับ 6.3 การติดปมของถั่วเขียวจะมากขึ้นจนเห็นได้ชัด จากการทดลองของจันทนาและคณะ (2540) พบว่า pH เป็นปัจจัยในการตรึงไนโตรเจนนอกจากสายพันธุ์ของไรโซเบียม ระดับ pH ที่ใกล้เป็นกลาง ทำให้ถั่วเหลืองสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ดี ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า pH ของดินเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการตรึงไนโตรเจน (สมศักดิ์, 2528) แต่อย่างไรก็ตามอัตราการตรึงไนโตรเจนของถั่ว นอกจากจะขึ้นอยู่กับระดับ pH ของดินแล้ว ยังขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ความชื้นของดินด้วย (สำเนา, 2533)

4. ผลการใส่ปูนในดินกรดต่อการเจริญเติบโตของถั่ว

วัสดุปูนเป็นสารประกอบคาร์บอเนต ออกไซด์ หรือ ไฮดรอกไซด์ ของแคลเซียม แมกนีเซียม สามารถใช้แก้ความเป็นกรดได้ เนื่องจากเมื่อ Ca^{2+} เข้าไปแทนที่ H^+ ให้ออกจากอนุภาคดินเหนียวมาอยู่ในสารละลายดินแล้ว H^+ จะทำปฏิกิริยากับ OH^- หรือ CO_3^{2-} ทำให้ไม่แสดงความเป็นกรดอีกต่อไป (สุมาลี, 2536 ; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

จากการทดลองของสุมาลีและคณะ (2533) พบว่าผลของปูนขาวที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสง สามารถเพิ่มผลผลิตของน้ำหนักแห้งทั้งหมด/ต้น น้ำหนักฝัก/ต้น และเพิ่มน้ำหนักฝักแห้ง/ต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดลองนี้ปูนขาวช่วยทำให้ถั่วลิสงติดปมและตรึงไนโตรเจนได้มากขึ้น ทำให้ถั่วเจริญเติบโตและผลผลิตสูง เนื่องจากไปลดความเป็นพิษของอะลูมินัมในดิน การใส่ปูนไม่จำเป็นต้องปรับให้เป็นกลางเสมอไป (อภิรดี, 2536) การใส่ปูนลงในดินกรดจะช่วยยกระดับpHให้สูงขึ้นทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส เพิ่มขึ้นและพืชสามารถนำไปใช้ได้มากขึ้น (Brady, 1974) โสภณและคณะ (2542) รายงานว่าการใส่ปูนมาร์ลทำให้ pH และปริมาณแคลเซียมในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการทดลองในข้าวโพดที่ปลูกในดินที่มี pH ต่ำ เมื่อมีการใส่ปูนจะทำให้พืชดึงดูดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ขึ้นมาใช้ได้ในปริมาณที่มากกว่าข้าวโพดหรือพืชที่ปลูกในดินที่มีสภาพ pH ต่ำในสภาพดินไร่ที่ไม่มีการใส่ปูน (จงรักษ์และคณะ, 2531) ในดินกรดการไม่ใส่ปูนเป็นข้อจำกัดต่อการเจริญของถั่วฮามาต้า ธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่จำกัดการเจริญเติบโตของถั่วอย่างรุนแรง โดยทั่วไปถั่วจะแคระแกร็น ปลายใบล่างแห้งและน้ำหนักแห้งที่ได้มีเพียงประมาณ 20 % ของพืชที่เจริญเติบโตปกติ การไม่ใส่ปูนในดินกรดทำให้การเจริญเติบโตของถั่วลดลง 50 % ของการเจริญเติบโตปกติ (ชัยรัตน์ และวิเชียร, 2539) การใส่ปูนจะช่วยลดความเป็นพิษของ monomeric Al species ซึ่งหากมีอยู่ในดินมากจะเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของถั่ว (Munns *et al.*,1977) นอกจากนี้การใส่ปูนร่วมกับปุ๋ยพืชสดยังทำให้เกิดการตกตะกอนร่วมของอะลูมินัม หรือการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างอะลูมินัม และอินทรียวัตถุ ซึ่งจะช่วยลดความเป็นพิษของ Al^{3+} ในสารละลายดินลงได้ และการลด activity ของ Al^{3+} ในสารละลายดินเป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มของ pH EC แคลเซียม และแมกนีเซียม (สุนทร และเอ็น วี เวย์, 2536) การใส่ปูนช่วยลดการขาดธาตุโบรอนในดินได้ ทำให้การเจริญเติบโตและการติดฝักของถั่วลิสงดีขึ้น (สุวพันธ์, 2535) จากรายงานของกรมวิชาการเกษตรใช้พืชที่ทำการทดสอบ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ฝ้าย ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วเขียว และงา ได้แสดงผลตอบสนองต่อการใช้ปูนอย่างมาก การใช้ปูนในดินดอนจะมีผลตกค้างในดิน ช่วยเพิ่มผลผลิตพืชเป็นเวลา 4-5 ปี (เสถียร และคณะ, 2541) Mandal และคณะ(1998) รายงานว่า ถั่ว Lentil (*Lens esculenta* L.) จะมีน้ำหนักแห้งสูงขึ้นเมื่อมีการใส่ปูนร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสและโมลิบดินัม แต่ผลผลิตไม่เพิ่มในกรณีที่ใส่ฟอสฟอรัสร่วมกับโมลิบดินัมโดยไม่ใส่ปูน ในดินที่มี pH เท่ากับ 4.07 การใส่ปูนร่วมกับปุ๋ยหมักทำให้แมงกานีสสะสมในยอดลดลง น้ำหนักแห้งยอดสูงขึ้น เนื่องจากปูนไปลดการสะสมแมงกานีสในยอดพืช (Chung and Wu, 1997) และจากการทดลองของ Fernandes และ

Coutinho (1999) รายงานว่าการใส่ปูนร่วมกับฟอสฟอรัสทำให้หญ้าซูดานเจริญเติบโตได้ดี น้ำหนักแห้งของหญ้าในดินกรดจะถูกจำกัดโดยปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้และความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส การดูดยึดเอาธาตุฟอสฟอรัสมาใช้ประโยชน์ของหญ้าซูดานจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการใส่ปูน การใส่ฟอสฟอรัสในดินที่มีอะลูมินัมสูงจะเป็นการสูญเปล่า พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เมื่อมีการใส่ปูนในดินกรดจะทำให้พืชสามารถนำธาตุอาหารในดินไปใช้ประโยชน์เพื่อการเจริญเติบโตได้มากขึ้น

5. ผลการใส่ปูนกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการตรึงไนโตรเจน

การใส่ปูนจะทำให้จุลินทรีย์ทำงานได้ดี การเจริญเติบโตของปมถั่วสมบูรณ์ เพราะการใส่ปูนช่วยปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดินให้ดีขึ้น จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อระดับ pH ของดินอยู่ในระดับใกล้เป็นกลาง ดังนั้นเมื่อใส่ปูนลงไปในดินที่เป็นกรดจึงมีผลช่วยให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ดีขึ้นด้วย การสลายตัวของอินทรียวัตถุในดิน ธาตุอาหารต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อพืชก็จะถูกปลดปล่อยออกมา นอกจากนี้กระบวนการตรึงไนโตรเจนของทั้ง symbiotic และ nonsymbiotic ก็จะดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งทำให้การติดปมดีขึ้น (เมธีและสุรชัย, 2528) การใส่ปูนจะเพิ่มความเข้มข้นแคลเซียมซึ่งเป็นธาตุที่ช่วยให้ไรโซเบียมมีปริมาณมากพอก่อนที่จะเข้าสู่รากโดยการควบคุม pH ให้เหมาะสมกับการเข้าสู่รากพืชของไรโซเบียมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และกิจกรรมของเอนไซม์ pectinase เป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเข้าสู่รากพืชของไรโซเบียม ซึ่งต้องอาศัยแคลเซียมในปริมาณที่สูงพอสมควร การลดแมงกานีสทำให้ลดความเป็นพิษต่อไรโซเบียมทำให้ถั่วเกิดปมมากขึ้น (เกษมศรี, 2541) การใส่ปูนทำให้ธาตุโมลิบดินัมแสดงความเป็นประโยชน์ได้มากขึ้น จากการทดลองของพิชิตและคณะ(2537) พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนในใบอ่อนและในต้นถั่วลิสงกับความเข้มข้นของโมลิบดินัมในดินและส่วนต่างๆของพืช โดยความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบอ่อนมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของโมลิบดินัมในปมของถั่วลิสง การที่ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของโมลิบดินัมสูงขึ้น เนื่องจากโมลิบดินัมมีบทบาทโดยตรงต่อการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่ว จากการทดลองของ Lawson และคณะ(1995) พบว่าการใส่ปูนจะทำให้จำนวนปม น้ำหนักปม และการตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้นทั้งนี้เนื่องจากปูนจะเพิ่มปริมาณแคลเซียม ซึ่งมีความสำคัญต่อการสร้างปมและพัฒนาปมถั่วและการลดความเป็นพิษของอะลูมินัมและแมงกานีส ซึ่งเป็นผลทำให้การตรึงไนโตรเจนของถั่วสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ จำนวนของจุลินทรีย์

ดินและกิจกรรมการย่อยสลายซึ่งเกี่ยวข้องกับการย่อยสลายอินทรียวัตถุจะเพิ่มขึ้นจากการใส่ปูน (Higashida and Takao,1986) Bernd และ Wilezyynski (1991) รายงานว่าการใส่ปูนทำให้จุลินทรีย์ดินเพิ่มขึ้น และภายหลัง 3 ปี หลังการใส่ปูน C : N ของดินจะลดลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Hojito และคณะ (1987) ซึ่งกล่าวว่ากิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์สามารถเกิดขึ้นได้ดีเมื่อมีการใส่ปูนในดินกรด

6. การใช้ปุ๋ยพืชสดในการบำรุงดิน

การใช้ปุ๋ยพืชสดในการบำรุงดิน สามารถปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินได้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช โดยการเพิ่มอินทรียวัตถุลงในดิน ทำให้ดินมีการระบายน้ำและระบายอากาศที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนั้นอินทรียวัตถุที่ได้จากเศษซากพืชของปุ๋ยพืชสดยังให้แร่ธาตุอาหารแก่พืชหลัก เช่น ฟอสฟอรัส กำมะถัน ธาตุอาหารเสริม โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุไนโตรเจน ซึ่งถือว่าเป็นธาตุหลักที่ได้จากการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วและมีการปลดปล่อยไนโตรเจนมาจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ในดินถึง 95 % แต่เป็นการปลดปล่อยออกมาช้าๆ โดยปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดได้จากปริมาณอินทรียวัตถุที่มีในดิน การใช้พืชตระกูลถั่วเป็นพืชปุ๋ยสดเพื่อบำรุงดินถือว่าเป็นการใช้ไนโตรเจนที่มีราคาถูก เพราะว่าอินทรียวัตถุในดินจะมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 4 % ที่จะปลดปล่อยออกมาระหว่างฤดูเพาะปลูก (ประชาและคณะ, 2540)

ปุ๋ยพืชสดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ได้จากต้นและใบของพืชตระกูลถั่วที่ปลูกไว้เมื่อพืชเริ่มออกดอกถึงดอกบาน จะเป็นระยะที่เหมาะสมในการไถกลบ เพราะจะให้ปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงสุด น้ำหนักพืชสดสูงสุดด้วย เมื่อพืชย่อยสลายตัวจะให้อินทรียวัตถุและไนโตรเจนแก่ดินสูง หากเลยระยะนี้ไปแล้วปริมาณธาตุไนโตรเจนในพืชสดจะลดลง เช่น ในกรณีที่ใช้พืชตระกูลถั่วที่เป็นพืชเศรษฐกิจเป็นปุ๋ยพืชสด ได้แก่ ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว เมื่อได้ทำการไถกลบพืชปุ๋ยสดแล้วควรทิ้งไว้ให้พืชเน่าเปื่อยผุพังสลายตัวใช้เวลา 2- 4 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของปุ๋ยพืชสดและความชื้นของดิน สภาพดิน และน้ำในอากาศด้วย (ประชา, 2542) การใช้ปุ๋ยพืชสดสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนได้ระดับหนึ่งลดความเป็นกรดของดินอันเกิดเนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเป็นเวลานานติดต่อกันโดยไม่มีการเพิ่มอินทรียวัตถุ (ชนวน, 2534) มีรายงานว่าการปลูกปอแก้วหมุนเวียนกับถั่วเวอราโนโดยไม่ใส่ปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตเฉลี่ยปอแก้วสูงกว่าปอแก้วที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 8-8-8 กก./ไร่ ของ N-P_2O_5-K_2O ทุกปีประมาณ 15 % และจากการ

ทดลองพบว่าการปลูกปอแก้วหมุนเวียนกับถั่วเวอราโนให้ผลผลิตเฉลี่ยของปอแก้วสูงที่สุดและสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของปอแก้วที่ปลูกต่อเนื่องทุกปี 43 และ 75 % ในสภาพที่ไม่ใส่ปุ๋ย และใส่ปุ๋ยเคมีตามลำดับ ทั้งนี้เพราะว่าถั่วเวอราโนเป็นพืชตระกูลถั่วที่ให้มวลชีวภาพสูง ดังนั้นเมื่อไถกลบและถูกย่อยสลายแล้วจึงสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่ปอแก้วได้มาก และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (5 ปี) พบว่าระบบการปลูกพืชหมุนเวียนกับปอแก้วทุกระบบไม่ว่าใส่หรือไม่ใส่ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มในการบำรุงดินให้ดีขึ้น ทำให้ความเป็นกรดลดลง และเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน (จำลองและคณะ, 2540) นอกจากนี้จำลองและคณะ (2539) ยังได้รายงานว่าการปลูกถั่วเวอราโนเป็นพืชคลุมดินในแปลงข้าวโพดและมันสำปะหลังติดต่อกันเป็นเวลานานกว่า 3 ปี โดยมีการตัดถั่วเวอราโนปีละ 1- 4 ครั้ง เพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดทำให้ผลผลิตข้าวโพดและมันสำปะหลังเพิ่มอย่างชัดเจน

7. ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน

ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน จะมี C:N ratio เป็นตัวควบคุมบทบาทของไนโตรเจนในดิน โดยปกติปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในฮิวมัสจะมีอยู่ประมาณ 5.0-5.5 %และ C มีอยู่ประมาณ 50-58 % ทำให้มี C:N อยู่ระหว่าง 9-2 แต่ C:N จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของพืชที่ใส่ลงไปในดินในเศษซากพืชที่มี C:N 20:1 ขึ้นไป มักเกิดกระบวนการ immobilization แต่ในพืชที่มี C:N แคบ มี C:N น้อยกว่า 20:1 หรือมี N มากกว่า 2.5 จะเกิดการปลดปล่อยไนโตรเจนจากเศษซากพืช (Stevenson, 1986) ภาวะการเกิด immobilization เกิดเนื่องจากการที่ในดินมีค่าไนโตรเจนต่ำ จุลินทรีย์ดึงไนโตรเจนในรูปไนเตรทไปจากดินเพื่อใช้ในการเพิ่มกิจกรรมและจำนวน จึงแย่งไนโตรเจนทำให้เกิดการขาดไนโตรเจนในพืชได้ ขณะเดียวกันจุลินทรีย์ที่ใช้คาร์บอนเป็นแหล่งพลังงานและปลดปล่อยคาร์บอนในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ไปในอากาศ ทำให้คาร์บอนลดปริมาณลง และกิจกรรมของจุลินทรีย์ลดลง เพราะฉะนั้นการมี C:N กว้าง จะทำให้ดินขาดไนโตรเจนอยู่ระยะหนึ่งจนกว่าจะสิ้นสุดการสลายตัว (ปรัชญาและคณะ, 2540)

Alexander(1961) กล่าวว่า จุลินทรีย์ซึ่งทำหน้าที่ปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนจะเกิดได้น้อยใน pH ที่เป็นกรดจัดมาก ดังนั้นเมื่อใส่ปูนลงไปในดินที่เป็นกรดจึงมีผลให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินมีประโยชน์ขึ้น มีการเน่าเปื่อยผุพังของอินทรียวัตถุและปลดปล่อยธาตุอาหารออก

มาในดิน กระบวนการ nitrification จะเกิดได้ดีในดินที่มี pH มากกว่า 5.5 (เกษมศรี, 2541) จากรายงานของ ปรัชญา(2540) กล่าวว่า องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุที่ย่อยสลายมีองค์ประกอบ 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ คาร์โบไฮเดรท ที่ย่อยสลายง่าย และย่อยสลายยาก (น้ำตาล , แป้ง, เซลลูโลส, เฮมิเซลลูโลส และ เพคติน ลิกนิน) และสารประกอบไนโตรเจน (กรดอะมิโน โปรตีน และสารอนินทรีย์ไนโตรเจน) โดยพวก น้ำตาล แป้ง เพคติน กรดอะมิโน โปรตีน และสารอนินทรีย์ไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบที่ถูกย่อยสลายได้ง่าย ส่วนเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส จะถูกย่อยอันดับต่อมา สำหรับลิกนินทนทานต่อการย่อยสลาย ในพืชที่ย่อยสลายยากมี C:N สูง แต่ในพืชตระกูลถั่วซึ่งมีไนโตรเจนสูง มี C:N ลดลง Alexander(1961) รายงานว่าสารประกอบคาร์บอนและไนโตรเจนเป็นสารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โดยเชื้อจุลินทรีย์จะย่อยสลายอินทรีย์คาร์บอนจนกระทั่งได้โมเลกุลเล็กและนำเข้าในเซลล์เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานและส่วนประกอบของเซลล์ Cotrufo และคณะ(1995) รายงานว่า การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ที่มี C:N ต่ำ เช่น พืชตระกูลถั่ว จะมีผลทำให้อัตราการย่อยสลายเกิดอย่างรวดเร็วและใช้ระยะเวลาการย่อยสลายสั้นกว่าวัสดุที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำ การย่อยสลายเศษซากพืชจะมีผลทำให้การปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในรูป NH_4^+ และ NO_3^- เพิ่มขึ้นด้วย (Stevenson, 1986) ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิด ปริมาณและองค์ประกอบของคาร์บอนและไนโตรเจนของอินทรียวัตถุ pH ดิน จุลินทรีย์ดินนอกจากจะทำหน้าที่ในการย่อยสลายอินทรีย์ในดินแล้ว ยังเป็นแหล่งให้ไนโตรเจนแก่ดิน ซึ่งเห็นได้ว่าการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน ทำให้ปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น (ประไพ, 2536)

จะเห็นได้ว่าการใส่ปูนเป็นการลงทุนต่ำ สามารถช่วยเพิ่มมวลชีวภาพของพืชตระกูลถั่วได้ แม้ว่าไม่มีการใส่ปุ๋ยน้ำหนักต้นและรากก็เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามหากเกษตรกรมีทุน การใส่ปุ๋ยก็ช่วยให้มวลชีวภาพเพิ่มขึ้นได้มากขึ้นไปอีก ซึ่งมวลชีวภาพมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการปลดปล่อยไนโตรเจน รวมทั้งความอุดมสมบูรณ์ของดิน เกษตรกรสามารถนำวิธีการดังกล่าวไปเป็นแนวทางการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อให้คุ้มค่ากับเวลาและทุนที่ลงไป โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ซึ่งมีปัญหาดินกรด ดังนั้นหากมีการใส่ปูนในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อยกระดับ pH ดิน จะสามารถช่วยเพิ่มธาตุอาหารในดิน และปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินได้ โดยเสียค่าใช้จ่ายเพียงเล็กน้อย และเกษตรกรสามารถทำได้ด้วยตนเองได้ง่าย

เอกสารอ้างอิง

เกษมศรี ซับซ้อน. 2541. ปฐพีวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 3. ศูนย์ฝึกอบรมวิศวกรรมเกษตร บางพูน กองวิทยาลัยเกษตรกรรม กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

เจริญ เจริญจำรัสชีพ, กำชัย กาญจนธนเศรษฐ์ และ เมธิน ศิริวงค์ . 2540. การจัดการดินกรดในประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ . กรุงเทพฯ.

จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข, รณรงค์ สูยะนันทน์ และ สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2531. ประสิทธิภาพของปูนจากโรงงานกระดาษในการแก้ไขปรับปรุงดินเปรี้ยวจัด. วารสารดินและปุ๋ย 10 : 212 - 218 .

จันทนา ศิริไพบูลย์, พรพิมล ชัยวรรณคุปต์, จิติมา ยถาภูธานนท์ และ จิตรา คล้ายมนต์ . 2540 . การใช้ ^{15}N – dilution technique และ Acetylene Reduction Assay ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อไรโซเบียมของสายพันธุ์ในดินที่มี pH แตกต่างกัน. วารสารดินและปุ๋ย 20 : 153 – 162 .

จำลอง กกรัมย์, มาโนช ดอนเส, บุญเกื้อ ภูศรี และ นิพนธ์ แย้มปั้น. 2539. ผลของการปลูกพืชตระกูลถั่วคลุมดินต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินและผลิตมันสำปะหลัง. *ใน* เอกสารประกอบการประชุมแถลงผลงานวิจัยประจำปี 2539 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี สถาบันพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จำลอง กกรัมย์, มาโนช ดอนเส และบุญเกื้อ ภูศรี. 2540. ผลของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยพืชสดในระบบการปลูกพืชหมุนเวียนที่มีต่อผลผลิตปอแก้วที่ปลูกในดินชุดโคราช. วารสารดินและปุ๋ย 19 : 20 –27.

ชนวน รัตนะวราหะ. 2534. เกษตรยั่งยืนเกษตรกรรมกับธรรมชาติ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ชัยรัตน์ นิลนนท์ และวิเชียร จาฏุพจน์. 2539. การประเมินความอุดมสมบูรณ์และความต้องการธาตุอาหารของพืชอาหารสัตว์ตระกูลถั่วในดินชุดคอหงษ์. วารสารสงขลานครินทร์ 18 : 35 – 42.

ประชา นาคะประเวศ, ปรัชญา ธัญญาดี และ พิรัชฌา วาสนานุกูล. 2540. ปุ๋ยพืชสด. *ใน* คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ประชา นาคะประเวศ. 2542. ปุ๋ยพืชสด. วารสารพัฒนาที่ดิน 36 : 53 – 61.

ปรัชญา ธัญญาดี, เมธี มณีวรรณ และ พิรัชฌา วาสนานุกูล. 2540. ความรู้เรื่องอินทรียวัตถุในดิน. *ใน* คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ประไพ ชัยโรจน์. 2536. การใช้วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินระยะยาวต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุไนโตรเจน. วารสารดินและปุ๋ย 15 : 28 – 34.

พิชิต พงษ์สกุล, สำเนา เพชรฉวี, สุวพันธ์ รัตนะรัต, เพิ่มพูน กีรติกสิกร และ R.W.Bell . 2537. ความต้องการโมลิบดินัมของถั่วลิสงและถั่วเขียวผิวดำ. วารสารดินและปุ๋ย 16 : 174 - 186.

เมธี มณีวรรณ และ สุรชัย หมื่นสังข์. 2528. ดินเปรี้ยวจัดและการปรับปรุง. โครงการเร่งรัดพัฒนาดินเปรี้ยว. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สมศักดิ์ วังใน. 2541. การตรึงไนโตรเจน:ไรโซเบียมพืชตระกูลถั่ว. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สำเนา เพ็ชรฉวี. 2533. ข้อจำกัดการตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพของพืชตระกูลถั่ว. วารสารดินและปุ๋ย 12 : 87 – 92.

สุนทร พูนพิพัฒน์ และ เอ็น วี เวย์. 2536. อิทธิพลของปุ๋ยพืชสดต่อการลดสภาพความเป็นพิษของอะลูมินัมและพารามิเตอร์ต่างๆสำหรับการเจริญเติบโตของข้าวที่ปลูกในดินกรดจัด. วารสารสงขลานครินทร์ 15 : 197 - 217.

สุมาลี สุทธิประดิษฐ์, ไพศาล เหล่าสุวรรณ, ธีระพงศ์ จันทรนิยม และ นิมิต อนุชาญ. 2533 . ผลของปูนขาวและธาตุอาหารบางธาตุที่มีผลต่อผลผลิตของถั่วลิสงปลูกในดินนาชุดโคกเคียน. วารสารสงขลานครินทร์ 12 : 51 - 57.

สุมาลี สุทธิประดิษฐ์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

สุวพันธุ์ รัตนรัต. 2535. สาเหตุบางประการที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเมล็ดลีบของถั่วลิสง. วารสารดินและปุ๋ย 14 : 111 - 112.

เสถียร พิมสาร, มงคล พานิชกุล และ ธวัชชัย ณ นคร. 2541. การใช้ปูนเพื่อการเกษตร. วารสารดินและปุ๋ย 20 : 117 – 133.

โสภณ จันทร์เจริญสุข, จุมพล ยูวะนิยม, นงคราญ มณีวรรณ และ รสมาลิน ณ ระนอง. 2542. ผลของปูนมาร์ลและปุ๋ยเคมีในระบบปลูกพืช ข้าว - ถั่วเขียวในชุดดินรังสิต. วารสารดินและปุ๋ย 21 : 22 – 28.

อภิรดี อิ่มเอิบ. 2536. ความเป็นประโยชน์ได้ของธาตุอาหารต่อพืชหลังการใส่ปูนในดินกรด. วารสารพัฒนาที่ดิน 31 : 38 – 52.

Alam, S.M. and W.A. Adams. 1979. Effects of aluminum on nutrient composition and yield of oats. Journal of Plant Nutrition 1 : 365 – 375.

Alexander, M. 1961. Introduction to Soil Microbiology. John Wiley and Sons, Inc. New York and London.

Alva, A.K., F.P.C. Blamey, D.G.Edwards, and C.J.Asher. 1986. An evaluation of aluminium indices to predict aluminium toxicity to plant in nutrient solutions. Communication in Soil Science and Plant Analysis 17 : 1271 – 1280.

Bernd, M. and A. W. Wilezyynski. 1991. The effect of liming on quantity and chemical composition of soil organic matter in a pine forest in Berlin, Germany. Plant and Soil 137 : 229 - 239.

Brady, N.C. 1974. Organic Matter of Mineral Soils. The Nature and Properties of Soils 8th Edition. Macmillan Publishing Co., Inc. New York.

Brauer, D.1998. Assessing the relative effects of hydrogen and aluminium ions on primary root growth of white clover seedlings. Journal of Plant Nutrition 21 : 2429 – 2439.

Carvalho, M.M. De, D.G. Edwards, C.J. Asher, and C.S. Andrew. 1982. Effects of aluminium on nodule of two stylosanthes species grown in nutrient solution. Plant and Soil 64 : 141-152.

Chung, R.S. and S.H. Wu. 1997. Effect of corncob compost on plant growth in an Acid red soil. Communication Soil Science and Plant Analysis 28:673-683.

Cotrufo, M.F., P. Iweson and J.D. Roberts. 1995. Decomposition of brich leaf litters with varying C : N ratio. Soil Biology & Biochemistry 27 : 1219 - 1221.

Fageria, N.K. and A.B.Santos. 1998. Rice and common bean growth and nutrient concentration as influence by aluminium on an acid low land soil. Journal of Plant Nutrition 21 : 903 - 912.

Fernandes, M.L.V. and J.F. Coutinho. 1999. Effect of liming and phosphate Application on Sudangrass growth and phosphorous availability in two Temperate acid soils. Commmunication Soil Science and Plant Analysis 30 : 855 – 871.

Franco, A.A. and D.N. Munns.1981. Response of *Phaseolus vulgaris* L. to molybdenum under acid conditions. Soil Science Society of America Journal 45 : 1144- 1148.

Higashida, S. and K. Takao. 1986. Relations between soil microbial measures and soil properties in the grassland soil. Soil Science and Plant Nutrition 32 : 587 - 597.

Hojito, M., S. Higashida, A. Nwashimune, and K. Takao. 1987. Effects of liming on grass growth, soil solution, composition, and microbial activities . Soil Science and Plant Nutrition 33 : 177 - 185.

Jackson, W.A. 1967 . Physiological effects of soil acidity . *In* Soil Acidity and Liming. American Society of Agronomy, Inc. Madison Wisconsin.

Lawson, I.Y.D., K. Muramatsu, and I. Nioh. 1995. Effect of organic matter on growth, nodulation, and nitrogen fixation of soybean grown under acids and saline conditions . Soil Science and Plant Nutrition 41 : 721 - 728.

Mandal, B.S. Pal and L.N. Mandal. 1998. Effect of molydenum, phosphorus, and lime Application to acid soils on dry matter yield and molydedenum nutrient on Lenti. Joournal of Plant Nutrition 21: 139-147.

Mengel, K. and E.A. Kirkby.1987. Principles of Plant Nutrition, 4th ed . International Potash Institute. Bern .

Munns, D.N., R.L. Fox, and B.L. Koch.1977. Influence of lime on nitrogen fixation by tropical and temperate legumes. Plant and Soil 46 : 590 - 601.

Robson, A.D., C.S. Andrew and E.J Kamprath. 1978. Mineral nutrients limiting nitrogen fixation in legumes. *In* : The Mineral Nutrient of Legumes on Tropical and Subtropical Soils. CSIRO, Melbourne.

Stevenson, F.J. 1986. Cycles of Soil Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur, Micronutrient . A Wiley – Interscience Publication John Wiley and Son. New York .

Tisdale, S.L. , W.L. Nelson, J.D. Beaton, and J.L. Harlin. 1993. Soil Fertility and Fertilizer. 5th ed. Macmillan Publishing Company. New York .